

課題名 (タイトル) :

並列計算技術の数値流体力学への応用

利用者氏名 : 高橋 直也* **, 関口 航***, 深津 崇泰**, 黒田 悠貴**, 廣澤 一成**

所属 : *情報基盤センター, **東京電機大学 工学部 機械工学科, *** 東京電機大学 大学院 工学研究科

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

本研究では、卓球を想定した回転球や、釣りの水中でのルアーといった、物体の動きを理解するため、物体周りの流れを数値シミュレーションで解析する。また結果を実験結果と比較し、その動きを理解することを目指す。

回転球のシミュレーションでは、卓球ボールのように、飛行中に回転する球を数値シミュレーションで再現し、各球種における流体力学的な特性を理解する。特に、無回転状態とバックスピンストレートについてシミュレーションを行い、抗力係数 C_D のレイノルズ数 Re の解析を行う。

また、釣りに用いられるルアーの水槽実験結果を理解するため、数値シミュレーションを行ない、水中での複雑な動きを流体力学の見地から理解することを目指す。

2. 回転球の数値シミュレーション

2.1 具体的な利用内容、計算方法

計算はモデルを入れない直接数値シミュレーションを行った。基礎方程式として連続の式およびナビエ・ストークスの方程式を MAC 法 (Harlow & Welch 1965) で差分法し、数値的に解くこととする。MPI を用いて並列化した。圧力の収束条件を改良することにより、卓球の飛行実験と比較できる $Re=20000$ 程度でも抵抗係数 CD 値を見積ることが可能となった。

2.2 結果

$Re=10000\sim 50000$, 進行方向と回転軸が垂直となるバックスピンストレートでスピンパラメータ $SP=0$ (無回転) ~ 1.0 の数値シミュレーションを行なった。流れ場の様子と CD 値の変化を捉えることができた。また実験結果との比較について、低い速度に対応するレイノルズ数での比較が可能となった。

2.3 まとめ

卓球を用いた実測実験で実験可能な、低速でのレイノルズ数領域におけるシミュレーションが可能となった。抵抗係数も計測値と概ね一致した。

2.4 今後の計画・展望

より高速な実測実験と対応する高レイノルズ数での比較を行えるよう、アルゴリズム等の改良を行う。

3. ルアー周りの数値シミュレーション

3.1 具体的な利用内容、計算方法

野田らのボクセル法を用いた数値計算コードを用い、ルアー周りの流れ場を数値シミュレーションで再現した。ルアーは CT スキャンデータを基に数値データとし、シミュレーションに用いた。

3.2 結果

ルアーのリップ(顎部分の透明なプラスチック部品)後方に、回流水槽を用いた PIV 計測でも観察された特徴的な渦構造を確認することができた。さらにレイノルズ数 Re の上昇に伴い、後流が複雑な構造を持つことが確認された。

3.3 まとめ

固定されたルアーの流体力学的な特性を捉えることが可能となった。

3.4 今後の計画・展望

捉えた渦構造と、ルアーの振動運動との関係を明らかにする。また実験結果との比較を行い、主流に対するルアーの角度が及ぼす影響を捉える。

平成 24 年度 RICC 利用研究成果リスト

【論文、学会報告・雑誌などの論文発表】

【国際会議などの予稿集、proceeding】

【国際会議、学会などでの口頭発表】

Wataru Sekiguchi, Naoya Takahashi, Shigeho Noda and Ryutaro Himeno, A Numerical Analysis of a Lure Moving In Water, The 9th Asian Computational Fluid Dynamics Conference Programme & Abstract, p.79, 2012. Nanjing, China.

【その他】